

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Bakalářský studijní program: strojírenská technologie

Zaměření: obrábění a montáž

Metodika hodnocení rovnoměrnosti výroby ve firmě Protool, a. s.

The methodics of evaluation of uniformity of production in Protool, a. s.

KOM - 1086

Josef Obrázek

Vedoucí práce: Ing. Jiří Lubina Ph.D.

Konzultant: Ing. Michal Dvořák, Protool, a. s.

Počet stran:.....

Počet příloh

a tabulek:.....

Počet obrázků:.....

Počet modelů

nebo jiných příloh:.....

15. 12. 2008

Originál zadání práce vyzvednutej na katedře (sekretariátu) + kopie

METODIKA HODNOCENÍ ROVNOMĚRNOSTI VÝROBY VE FIRMĚ PROTOOL, A. S.

ANOTACE:

Práce informuje o prvcích štíhlé výroby, o výhodách, které vyplývají ze zeštíhlení podniku, o systému, který podporuje štíhlou výrobu a také se zabývá výpočtem metodiky rovnoměrnosti výroby.

THE METHODICS OF EVALUATION OF UNIFORMITY OF PRODUCTION IN PROTOOL, A. S.

ANNOTATION:

This work deal with elements of lean production, advantages which result from lean production, describe system which support production and also deal with evalution of uniformity of production.

Klíčová slova: ŠTÍHLÁ VÝROBA, SYSTÉM SAP, VÝHODY, VÝPOČET ROVNOMĚRNOSTI

Zpracovatel: TU v Liberci, KOM

Dokončeno: (rok ukončení DP/BP)

Archivní označ. zprávy:

Počet stran: 45

Počet příloh: 0

Počet obrázků: 0

Počet tabulek: 15

Počet diagramů: -

MÍSTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ

Místopřísežně prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury pod vedením vedoucího a konzultanta.

V Liberci, 15. 12. 2008

Obsah

1. Úvod.....	8
1.1 Cíle práce.....	8
1.2 Historie a informace o firmě Protool, a. s.....	8
1.2.1 Historie ručního nářadí.....	8
1.2.2 Historie podniku.....	9
1.2.3 Současnost podniku.....	10
2. Výrobní systém.....	13
2.1. Prvky štíhlé výroby.....	13
2.2. Výhody štíhlé výroby.....	15
3. SAP R/3.....	17
3.1. Moduly SAP R/3.....	17
3.2. Přínosy systému SAP.....	19
4. Důvody zavedení nivelace výroby a montáže.....	20
4.1. Výhody vyplývající ze snížení stavu zásob.....	23
4.2. Zlepšení dodávkové schopnosti.....	23
4.3. Zlepšení reakce na trh.....	24
5. Popis metody hodnocení rovnoměrnosti výroby.....	25
5.1. Výrobní sektory.....	25
5.2. Rozdělení položek podle důležitosti.....	25
5.3. Rozdělení položek.....	27
5.4. Metodika výpočtu rovnoměrnosti výroby.....	28
5.4.1. Výpočet celkové rovnoměrnosti položky.....	28
5.4.2. Výpočet rovnoměrnosti skupin.....	34
5.5. Stanovení cílů.....	35
5.5.1 Stanovení plánované celkové rovnoměrnosti položky.....	36
5.5.2 Výpočet plánované rovnoměrnosti skupin.....	38
5.6. Případová studie.....	41
6. Závěr.....	43
Seznam použité literatury.....	44

Seznam zkratek a symbolů

c_i	...délka intervalů mezi dvěma výrobními dny umocněná na druhou
c_{iP}	...plánovaná délka intervalů mezi dvěma výrobními dny
c_i^2	P ...plánovaná délka intervalů mezi dvěma výrobními dny
d_i	...odchylka od ideální denní dávky
d_i^2	...kvadrát odchylky od ideální denní výrobní dávky
d_{iP}	...plánovaná odchylka od ideální denní dávky
d_i^2	P ... plánovaný kvadrát odchylky od ideální denní výrobní dávky
H	...finanční ukazatel (kč/ks)
id	...ideální denní dávka
JIT	– právě včas
k	...kumulace hodnot spotřeb (kč/měsíc)
l	...měsíční plánovaný počet odvádění (dávka/měsíc)
N_M	...množstevní nerovnoměrnost položky
N_T	...časová nerovnoměrnost položky
N_{MP}	...množstevní plánovaná nerovnoměrnost položky
N_{TP}	...plánovaná míra neúspěchu časové rovnoměrnosti položek
p	...hodnota spotřeby (kč/měsíc)
P_M	...přímý materiál (kč/ks)
P_{MZ}	...přímé mzdy (kč/ks)
P	...měsíční spotřeba (ks/měsíc)
R	...režie (kč/ks)
r	...odmocnina součtu kvadrátu mezi dvěma výrobními dny
r_{max}	...maximální odchylka
r_P	...plánovaná odmocnina součtu kvadrátů intervalů nevýrobních dnů
S	...množstevní ukazatel (ks/měsíc)
S	...počet kusů na jednu dávku (ks/dávka)
SMED	– rychlá přestavba stroje
s	...odmocnina součtu kvadrátu odchylek
s_{MAX}	...maximální odchylka
s_P	... plánovaná odmocnina součtu kvadrátu odchylek od ideální denní výrobní dávky
t	...délka časového období (dny)

TPM – totálně produktivní údržba
TQC – totální kvalita kontroly
Uc...celková rovnoměrnost položky
Um...množstevní rovnoměrnost položky
Ut...časová rovnoměrnost položky
Ut... časová rovnoměrnost položky
Ux...rovnoměrnost dané skupiny
Ucp...celková plánovaná rovnoměrnost položky
Ump...množstevní plánovaná rovnoměrnost položky
Utp...časová plánovaná rovnoměrnost položky
Ump...plánovaná množstevní rovnoměrnost položky
Utp... plánovaná míra úspěchu časové rovnoměrnosti položek
Uk...výpočet položek výrobního sektoru ve stejném systému řízení
Uy...výpočet položek celého výrobního sektoru
Uzz...výpočet položek prvovýroby v systému řízení zakázky
Uzk...výpočet položek prvovýroby v systému řízení kanban
Ubz...výpočet položek montáže v systému řízení zakázky
Ubk...výpočet položek montáže v systému řízení kanban
Uvc...výpočet všech položek v podniku
V...hodnota důležitosti

1. Úvod

1.1 Cíle práce

Doba, ve které žijeme, se vyznačuje rychle se rozvíjejícími výrobními procesy. Změny výrobních procesů je potřeba neustále sledovat a zavádět je v podniku tak, aby naplňovaly očekávání zákazníků.

Samozřejmě, že cílem podnikání je dosažení zisku. Abychom ho mohli dosáhnout, je potřeba obstát v těžké konkurenci na trhu a to nejen na domácím, ale i na trhu zahraničním. Úspěch spočívá v tom, že firma dosáhne špičkové úrovně, tzn. mít s konkurenty srovnatelnou cenu, kvalitu, služby, spolehlivost, zboží dodávat včas, v požadovaném množství atd.

Abychom naplnili základní cíle podnikání, musíme tedy dosáhnout zisku, o němž nerozhoduje pouze počet prodaných výrobků, ale také výše nákladů. Každá firma se snaží o minimalizaci nákladových položek, a proto se zavádí opatření, která náklady jednak snižují, ale také zlepšují organizaci práce a podporují plynulost výroby.

Firma Protool, s. r. o. v rámci štihlé výroby zavádí nivelaci výroby a montáže, což je výroba v dávkách denního množství. Firmě však chybí nástroj, který by hodnotil míru úspěchu rovnoměrnosti výroby denního množství. Na tento popud vznikla tato bakalářská práce, která se tímto problémem bude zabývat.

1.2 Historie a informace o firmě Protool, a. s.

1.2.1 Historie ručního nářadí

Počátky elektrického ručního nářadí se datují od předminulého století, kdy v roce 1896 švábský mistr Wilhelm Emil Fein sestrojil první elektrickou ruční vrtačku, která sloužila montérům stožárů. Vratačka vážila 7,5 kilogramů, měla olejovou náplň v litinové skříni a její výkon 45W dovolil vrtat díry jen do průměru 6 mm.

První vrtačka s pistolovou rukojetí byla patentována v roce 1915. Zasloužili se o to Duncan Black a Alonso Decker původem z Ameriky. Měla výkon 600W a byla

srovnatelná s dnešními výrobky.

Elektrická vrtačka se stala jediným představitelem v oboru na dlouhou dobu. Využívala se ve 2. světové válce, kdy bylo potřeba vrtat velké množství děr pro nýty při montáži bojových letadel. Protože různá řemesla vyžadovala různé nároky na nářadí, nebylo dobré udělat z vrtačky multifunkční nástroj, který by za přispění různých nástavců nahradil různé druhy výrobků. Došlo k rozvoji jednoúčelových strojů, které se mnohem lépe přizpůsobily různým operacím. A tak díky novým materiálům, pokroku v elektrických pohonech, zlepšením a zpřesněním výrobních postupů a díky dalším věcem vznikly dnešní výrobky.

1.2.2 Historie podniku

Počátky vzniku firmy se začaly psát v padesátých letech dvacátého století. Společnost Siemens Schuckertwerke A. G. koupila budovy s pozemkem v roce 1940 v Moskevské ulici v České Lípě po úpadku dřívější továrny na potisk šatového textilu. Firma měla sídlo v Berlíně a přistěhovala sem výrobu elektromotorů pro letecký průmysl a elektrické nářadí kvůli nebezpečí bombardování Berlína. V roce 1943 z tehdejšího závodu Elmowerk začaly vycházet první vrtačky. O rok později už bylo vyrobeno 35 tisíc kusů.

Po druhé světové válce docházelo nejen ke změnám výrobků v průběhu let, ale také k tomu, že se závod stával střídavě samostatným podnikem nebo součástí jiných podniků. Vyvoj těchto změn ukazují následující letopočty:

1945 – podnik je v národní správě

1946 – závod je součástí národního podniku Elektro-Praha v Praze

1947 – závod je součástí národního podniku ČKD Praha

1950 – závod se stal samostatným národním podnikem pod názvem ČKD Česká Lípa,
n. p.

1958 – závod se stal součástí národního podniku MEZ Náchod

1961 – jako závod přešla továrna do národního podniku Nářadí Praha

1989 – závod se stává výrobním podnikem v rámci státního podniku Narex Praha

1991 – závod získal samostatnost a přeměnil se na Narex Česká Lípa, a. s.

2000 – společnost se stala součástí holdingu TTS Tooltechnic Systems AG u. Co. KG

2007 – 2008 – transformace v Protool s. r. o.

- 1944 – výroba: vrtačky různých typů
- 1945 – výroba: elektrické ruční vrtačky, šroubováky, brusky, leštičky, nůžky, vysavače a leštiče parket
- 1946 – výroba: důlní vrtačky s motorem na 3-fázový proud
- 1947 – výroba: větráky, zubolékařská křesla a brusky, kompresory a komutátory pro malé elektrické motorky
- 1949 – výroba: elektrické odporové svářečky, otáčkové relé
- 1950 – zrušena výroba zubolékařských křesel a vysavačů
- 1951 – 1955 – výroba komutátorů a svářeček převedena do jiných podniků, převzata výroba pračkových motorků
- 1958 – založeno vývojové středisko elektronářadí
- 1960 – výroba: vysokofrekvenční brusky
- 1964 – výroba: velký závitorez TZ 080, nová generace elektronářadí s motorovou jednotkou EMP 03 – vrtačky, brusky, utahováky, pokračovala výroba starších typů brusek a utahováků
- 1968 – sortiment se rozšířil o vrtačky do Ø 23 a 32 mm, nástavce k vrtačkám a stojany pro kutily
- 1975 – výroba: vrtaček s celoplastovou půlenou skříní, elektronářadí s pohonnými jednotkami EMP 04 a 05
- 1983 – 1987 – zavedená nová řada elektronářadí s pohonnou jednotkou MP 050 o příkonu 500-1000 W, výroba: vrtačky, závitorezy, brusky, kotoučové pily, vrtací kladiva
- 1989 – elektropneumatické sekací kladivo, první řetězová pila, vrtačky vybavené plynulou elektronickou regulací otáček
- 1990 – výroba: těžké úhlové brusky o příkonu 1800W s elektronikou, momentový rázový šroubovák
- 1993 – listové pily, nůžky a prostřihovače s motorovou jednotkou
- 1999 – výroba: sanační bruska, míchadla
- 2001 – dvouvřetenové míchadlo

1.2.3 Současnost podniku

Společnost Protool s. r. o., která sídlí v České Lípě v ulici Chelčického, se zabývá výrobou profesionálního elektrického ručního nářadí již více než 40 let. Zkratka Protool je složena z anglických slov „professional“ a „tool“, což znamená profesionální nářadí,

které je určeno pro každodenní používání v náročných podmínkách.

V roce 2007 se společnost Protool s. r. o. stala součástí holdingu TTS Tooltechnic Systems AG & Co KG, který sídlí ve Wendlingenu u Stuttgartu ve Spolkové republice Německo. Zastřešuje sesterské firmy na výrobu elektrického a pneumatického nářadí, nástrojů a příslušenství jak v České republice tak i ve světě.

Cílem TTS je dosažení takzvaného synergického efektu tzn. zlepšení infrastruktury podniku, kterého nemůže být dosaženo bez vzájemné spolupráce. Holding TTS dává k dispozici všem svým prvkům služby (např. systémy výpočetní techniky, práci s lidskými zdroji, logistiku, účetnictví, ústřední nákup), jež mohou využívat ve svůj prospěch všechny značky a značky tak snadněji dosahují špičkové úrovně. Významnou roli hraje seskupení ve věcech finančních. Nejen, že přináší kapitál a reinvestuje zisk zpátky do rozvoje podniku, ale je i připraveno ručit za investiční úvěry. Podnik pak získává finanční zdroje na neustálé zlepšování pracovního prostředí (zateplení budov, odhlučnění kanceláří atd.), stroje a zařízení, které zlepšují produktivitu práce, přesnost a spolehlivost dílů. Jedná se zejména o poslední generaci strojů a CNC systémů a center, ze kterých se vytvářejí hnízda, pracující v třísměnném provozu v poloautomatickém režimu.

Protool s. r. o. je v rámci holdingu samostatným subjektem s veškerou odpovědností za své hospodářské výsledky. Využívá výhod spolupráce s holdingem od přebírání know – how, poradenství, stáží svých pracovníků v sesterských firmách až po jednotný celosvětový systém výpočetní techniky.

Značky, které dodávají špičkové výrobky koncovým zákazníkům nyní jsou:

- **Festool** – nářadí a nástroje pro nejvyšší nároky – s cílovými zákazníky v truhlářských a malířských dílnách a lakovnách karoserií
- **Protool** – profesionální elektronářadí pro náročné požadavky – s cílovými zákazníky mezi profesionály ve stavebnictví
- **Tanos** – víceúčelový dopravní, pořádací a prezentační systém
- **Schneider** – pneumatické vybavení pro průmysl

Společnost Protool, s. r. o. získala certifikát systému řízení jakosti podle normy ISO 9001 od hamburské pobočky švýcarské firmy SGS-ICS Gesellschaft für Zertifizierungen. Je také držitelem ISO 14001 za ochranu životního prostředí. Systém řízení jakosti platí nejen pro pracovníky řízení jakosti, ale pro všechny zaměstnance a rozděluje se na vnitřní a vnější. Vnitřní začíná nákupem materiálu a konstrukčních dílů přes obrobny, montáž a končí výstupní kontrolou každého jednotlivého dílu, který je kontrolovám za pomoci nejmodernější měřicí techniky. Vnější znakem péče o jakost je servisní služba.

Současné výrobky firmy Protool jsou: vrtačky, příklepové vrtačky, akumulátorové vrtací šroubováky, příslušenství pro vrtání, vrtáky, tesařské vrtací stojany, vrtací stojany na vrtání dřeva, schodišťové přípravky, kombinovaná kladiva, rázové utahováky, úhlové brusky, příslušenství pro úhlové brusky, přímé brusky, prostřihovače, nůžky na plech, vibrační brusky, listové pily, kotoučové pily, tesařské kotoučové pily, pásové pily, tesařské řetězové pily, sedlové frézky, řetězové dlabačky, tesařské hoblíky, sanační brusky, frézky, příslušenství sanace, míchadla, příslušenství míchadel, vysavače, příslušenství vysavačů, systainery.

2. Výrobní systém

Štíhlá výroba je systém, který vznikl v 50. a 60. letech 20. století ve firmě Toyota, která se zabývá výrobou automobilů. Tento výrobní systém je také známý jako výrobní systém Toyota (Toyota production system).

Cílem štíhlé výroby je dostat správné věci na správné místo ve správný čas. Principy štíhlé výroby odstraňují plýtvání, vedou ke zlepšení toku materiálu, ke zlepšení jakosti výrobků, ke snížení nákladů, k lepším přeseřizovacím časům, k pružnějším změnám výroby při změně poptávky na trhu a k lepší dodávkové schopnosti firmy.

V době, kdy se svět začal zajímat o její výrobní systém, vyráběla již s polovinou lidské síly, kapitálem a prostorem k dané kapacitě na rozdíl od typické hromadné výroby západního světa. Tento systém se postupně rozšířil do Ameriky a Evropy a firma Protol s. r. o. ho začala zavádět v roce 2001.

V souvislosti se štíhlou výrobou (Toyota production systém) často slyšíme slovo kaizen. Kaizen je součástí systému štíhlé výroby, znamená „zlepšení“, a hlavní myšlenkou je nikdy nekončící snaha o zlepšení, což platí pro všechny zaměstnance firmy, kteří tak svými schopnostmi zlepšují výrobní procesy, pracovní prostředí, kvalitu, bezpečnost atd.

2.1. Prvky štíhlé výroby

- odstranění plýtvání – Je to nežádoucí proces v podniku a je snaha o jeho vymýcení. Druhy plýtvání:
 1. nadprodukce – Je to výroba většího počtu výrobků než je firma schopna prodat. Dochází tak k uskladnění a vzniku zásob, což je v podniku nežádoucí stav např. z důvodu technických, kdy vznikají velké dávky, protože přeseřizování strojů je časově náročné.
 2. čekání – Čekání nastane například při prodlevách ve výrobě, kdy pracovník musí čekat na zpožděnou dodávku dílů.
 3. velká mezioperační zásoba – U velké mezioperační zásoby hrozí

nebezpečí zmetků, které budou kontrolovány až za tím, kterým pracovištěm. Materiál omezuje pohyb lidí a brání tak v pohybu.

4. procesní plýtvání – Vhodně zvoleným technologickým postupem lze eliminovat zbytečné pracovní plýtvání.
 5. doprava – Je zapříčiněno nevhodným tokem materiálu v podniku, kdy doprava trvá déle než je nutné.
 6. zbytečný pohyb – Jsou to zbytečné pohyby pracovníků (chůze, otáčení), které jsou zapříčiněny nevhodným uspořádáním pracoviště.
 7. přepracování zmetků – Je to takzvaná dvojí práce v případě, že jde o opravitelný zmetek, musí být opraven a znovu být podrobený kontrolám. V případě, že jde o neopravitelný zmetek došlo ke zbytečným ztrátám energie, práce a materiálu atd..
- řízení tahem – Je to princip produkce výroby na výzvu, kdy se vyrobí jen to, co zákazník skutečně požaduje v množství a čase, ve kterém je výrobek požadován.
 - just in time (JIT) – Je to výroba nebo dodávka dílů v čase, kdy je potřebujeme. (podporuje snížení zásob)
 - total quality control (TQC) – Znamená, že dojde k zastavení výrobního procesu v případě, že nastane nějaký problém nebo se vyskytne chyba. U automatických linek dochází k zastavení pomocí senzorů a přepínačů u manuálních linek se používá tlačítko „STOP“. Zastavení linky je důležitou součástí štíhlého principu (odstranění plýtvání).

Jidoka: Znamená nedovolit přechod vadného dílu na další pracoviště.

Poka – yoke: Jsou to procesy, které souvisí se zmenšením náhodných a neúmyslných chyb ve výrobě.

Heijunka: Je to způsob plánování výroby.

- flexibilita procesů – Je to maximální snaha o zmenšení přeseřizovacích časů strojů a vůbec časů, které souvisí s přechodem výroby na jiný druh výrobku. Lepší flexibilita procesů zlepšuje reakce na aktuální situaci na trhu a lze vyrábět produkty pravidelně v menších množstvích (viz nivelace), což zlepšuje dodávkovou schopnost firmy.
- Například se používají rychlé výměnné přípravky SMED (single minute exchange of dies).

- totálně produktivní údržba (TPM) – TPM je program, který se zaměřuje na eliminaci ztrát, které vznikají díky strojům – díky neproduktivně prováděné údržbě.
- redukce zásob – Je snaha o minimalizaci zásob v každém úseku výrobního procesu a o minimalizaci zásob ve skladech.
- vizualizace – Je to systém, který zlepšuje orientaci pracovníků (obrázkový postup) a který umožňuje jednoduše zaznamenávat např. (aktuální stav výrobků, informace pro řízení výroby)
- standardizovaná práce – Je předmětem neustálého zlepšování a slouží ke snížení nežadoucích kolísavostí výkonů, usnadňuje zaškolení nových pracovníků a snižuje nehody a stres.
- snaha o zapojení všech zaměstnanců do řešení problémů v podniku a školení těchto zaměstnanců
- plnění úkolů v týmech – Zaměstnanci jsou seskupeni do týmů. Každému týmu se poskytne školení a podílejí se na řešení problémů ve firmě.
- eliminace všech podnikových činností, které nepřidávají hodnotu – Například je snaha o společné zařízení výrobního a kontrolního charakteru s cílem minimalizace kontrolních pracovišť.
- 5S – Je to pět principů o pracovišti a týmovém teritoriu (úklid, pořádek, čištění, standardizace, disciplína)
- plynulý průtok produktů podnikovými procesy
- orientace na zákazníka a podřízení se jeho potřebám
- přehledný informační systém
- spolupráce s dodavateli – Je to spolupráce s dodavateli, která zvyšuje efektivitu každého podniku tím, že lze lépe plánovat předpovědi, optimalizovat využití zdrojů, vyšší skladových zásob, dopravu a přináší také konkurenční výhodu.

2.2. Výhody štíhlé výroby

- zmenšení nákladů
- zmenšení plýtvání
- zkrácení výrobních cyklů
- snížení práce a zvýšení produktivity

- snížení zásob a zvýšení dodavatelské schopnosti
- zvýšení kvality
- zvýšení rentability
- větší flexibilita procesů
- plynulost výroby

3. SAP R/3

Je to informační integrovaný modulární systém pro zpracování podnikových procesů (účetních, personálních, logistických, výrobních, plánovacích, řízení výroby, odbytu, údržby). Tento informační systém je vhodný pro velké a středně velké organizace.

3.1. Moduly SAP R/3

- Finanční účetnictví
- Evidence a správa dlouhodobého majetku
- Controlling
- Evidence a správa nemovitostí
- Prodej a distribuce/odbyt
- Materiálové hospodářství
- Údržba a opravy
- Řízení lidských zdrojů

Modul finančního účetnictví zpracovává všechny běžně využívané účetní a finanční operace a dále zabezpečuje archivaci obchodních případů. Ze souhrnu všech účetních dat zpracovává účetní uzávěrky, účetní deníky, státní výkazy, splatnosti apod..

V rámci SAP R/3:

- realizovány definice a správa kmenových dat
- vedeny účetní knihy
- prováděna účtování v cizí měně
- zajišťování rozpočtování

Controlling je nástroj pro rozhodování a umožňuje sledování nákladů a tržeb ve vazbě na realizované výkony. Cílem controllingu je plánovat náklady, tržby a výkony, vyhodnocovat odchylky plánovaných a skutečných hodnot, analyzovat příčiny odchylek a navrhnout opatření k jejich odstranění.

Základní principu controllingu:

- porovnávání plánu se skutečností
- vyhodnocování odchylek
- realizace zlepšujících opatření

Modul pro evidenci a správu dlouhodobého majetku zajišťuje zpracování veškerých procesů spojených s životním cyklem dlouhodobého hmotného majetku a dlouhodobého nehmotného majetku. SAP také zachycuje technické informace o příslušném majetku.

Modul pro evidenci a správu dlouhodobého majetku zajišťuje:

- správu kmenových dat
- zpracování účetních případů
- výpočty účetních a daňových odpisů

Modul materiálového hospodářství zachycuje a vyhodnocuje procesy materiálového hospodářství.

Modul materiálového hospodářství zachycuje:

- plánování nákupu materiálu
- nákup materiálu a jeho optimalizaci
- vedení zásob
- inventuru
- řízení skladu a zásob

Modul opravy a údržby v systému SAP umožňuje řízení procesů údržby a opravy a vyhodnocuje náklady a výkony na tyto procesy. Prostřednictvím tohoto modulu jsou promítány náklady a vnitropodnikové výkony v oblasti oprav a údržby na konečné uživatele.

Modul evidence správy nemovitostí umožňuje komplexní správu nemovitostí společnosti.

V rámci SAP je možné:

- vést evidenci nemovitého majetku
- zaúčtovat vybrané položky do účetního systému
- podílovat náklady na jednotlivé uživatele nemovitosti
- realizovat výpočty a zaúčtovat daně
- vést evidenci majetkového podnikání

Modul prodeje a distribuce je zaměřen na komplexní podporu podnikových a obchodních procesů. Základní kmenová data organizačních odbytových struktur, zákazníků, zboží, služeb, materiálu a cenových podmínek umožňují segmentaci zákazníků a trhu s následným vyhodnocováním segmentů, které tvoří tržby společnosti.

Modul podporuje:

- předprodejní činnosti
- zpracování zákaznických zakázek
- kompletní cenotvorbu
- řízení
- expedici

3.2. *Přínosy systému SAP*

- efektivnější využití podnikových zdrojů
- zkvalitnění rozhodovacích procesů
- zlepšení realizace strategických plánů a strategických rozhodnutí
- možnost přístupu uživatelů do omezených oblastí SAP prostřednictvím definovaných uživatelských oprávnění
- flexibilní systém

4. Důvody zavedení nivelace výroby a montáže

Firma Protool, s. r. o. v rámci štíhlé výroby zavádí nivelaci. Nivelace je výroba v dávkách denního množství podle plánu výroby, který vychází z odhadnuté poptávky výrobků na trhu a z odběru stálých zákazníků. Smyslem nivelace není bezhlavé vyrábění velkého množství výrobků bez nalezení odběratele, ale pravidelné vyrábění v menších dávkách podle plánu.

Pro výrobu je důležité mít všechny komponenty včas a v požadovaném množství. Tento stav se v podniku zajišťuje vytvořením zásob těchto komponentů. Každá zásoba představuje vázaný kapitál, což jsou peníze firmy vložené do přímého materiálu, přímých mezd a režii. Snahou podniku je, aby vázaný kapitál byl co nejmenší, a aby se položky zbytečně nezdržovaly na skladech a meziskladech.

Výrobky jsou ve firmě rozděleny na A, B podle toho, jak zatěžují podnik vázaným kapitálem. Výrobky s označením důležitosti A ho zatěžují nejvíce a B méně

Samozřejmě, že je snaha o denní výrobu v dávkách denního množství u všech položek. Ovšem hlavní prioritou podniku je co nejmenší stav vázaného kapitálu a tak se největší důraz klade na představitele, který na sebe váže nejvíce kapitálu, což jsou položky s označením důležitosti A (v Německu se těmito A položkám říká „Renner“ = „závodníci“). Tyto položky by měly podnikem co nejrovnoměrněji a co nejplynuleji protékat v první řadě a pokud možno, aby byly odváděny každý den. Požadavek rovnoměrnosti je v rámci možností i u položek B. Rovnoměrné každodenní odvádění položek B není v některých případech výhodné z důvodu přeseřizování strojů, kdy vznikají prostoje výroby položek (časové ztráty), a tak se navrhuje menší počet odvádění této položky.

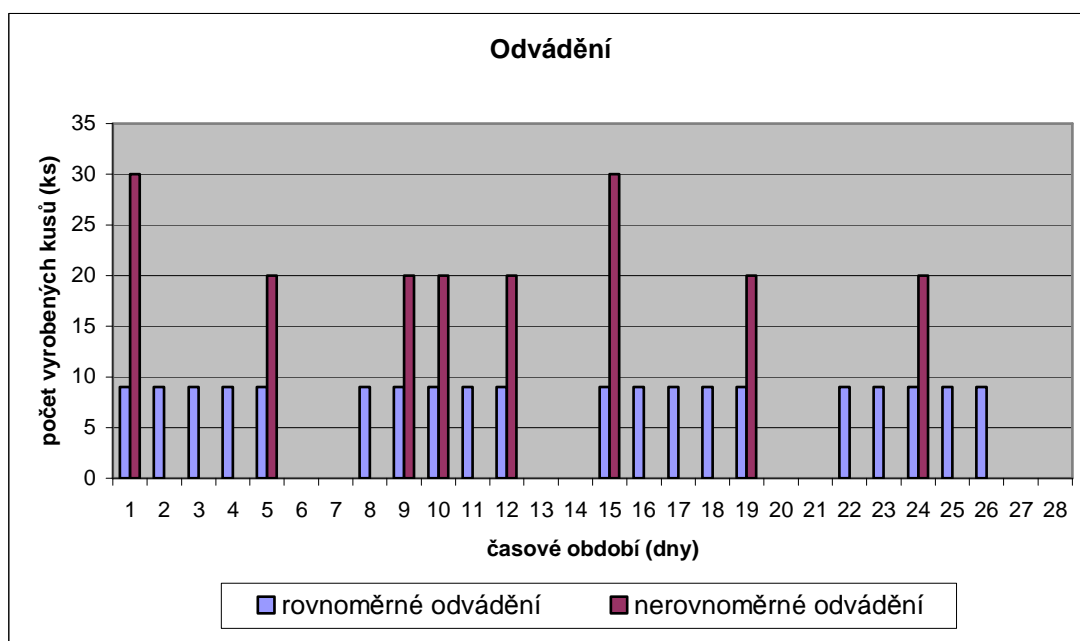
Tento mechanismus se zavádí s cílem snížení vázaného kapitálu v podniku. Volné finanční zdroje, které vyplývají ze snížení vázaného kapitálu, zlepšují platební schopnost firmy, umožňují lépe hospodařit a operovat s finančními zdroji firmy.

Volné nevázané finanční zdroje lze použít ve formě investic, ze kterých plynou úroky a dochází tak k nabytí finančních zdrojů bez uplatnění vlastní výrobní činnosti podniku.

Při snížené platební schopnosti firmy vázaný kapitál finanční situaci ještě zhoršuje. Může tedy nastat případ, že se podnik dostane z důvodu vázaného kapitálu do platební neschopnosti, kdy není schopen dostát svým závazkům vůči dodavatelům a vlastním zaměstnancům. Snížením nebo odstraněním vázaného kapitálu lze tedy zlepšit platební schopnost firmy. Podnik se tak z důvodu vázaného kapitálu nedostává do platební neschopnosti a nemusí platit penále za opožděné splátky a podnik se může těšit lepší pověsti. Volné nevázané finanční zdroje lze také použít na sponzoring, motivaci zaměstnanců atd..

V podniku je snaha o rovnoměrnou výrobu nejen kvůli vázanému kapitálu, ale také kvůli snížení stavu zásob. Každá zásoba představuje náklady a čím větší jsou zásoby, tím vyšší jsou náklady, což je nežádoucí a je tedy snaha o jejich minimalizaci.

Graf 1



Na grafu 1 jsou znázorněny průběhy odvádění jedné položky, které vycházejí ze stejného odvedeného počtu dílů a ze stejného časového období (28 dní). Červené sloupce ukazují případ menšího počtu odvádění s větší výrobní dávkou, modré sloupce ukazují případ většího počtu odvádění s menší výrobní dávkou a oba případy vychází z plánů výroby. Graf 2 zachycuje stav zásob v průběhu měsíce, kde červená křivka odpovídá červeným sloupcům a modrá křivka modrým sloupcům při stejném odběru ze skladu (viz tabulka 1).

tabulka 1

dny	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Σ
O ₁	9	9	9	9	9	0	0	9	9	9	9	9	0	0	9	9	9	9	9	0	0	9	9	9	9	9	0	0	180
O ₂	30	0	0	0	20	0	0	0	20	20	0	20	0	0	30	0	0	0	20	0	0	0	0	20	0	0	0	0	180
od	9	9	0	0	15	0	0	0	0	0	20	20	0	0	0	0	0	15	0	0	0	25	0	35	10	22	0	0	180
Z ₁	10	10	19	28	22	22	22	31	40	49	38	27	27	27	36	45	54	48	57	57	57	41	50	24	23	10	10	10	
Z ₂	31	22	22	22	27	27	27	27	47	67	47	47	47	47	77	77	77	62	82	82	82	57	57	42	42	10	10	10	

O₁...počet odvedených výrobků (odpovídá modrým sloupcům) (ks)

O₂...počet odvedených výrobků (odpovídá červeným sloupcům) (ks)

od...odbyt výrobků ze skladu (ks)

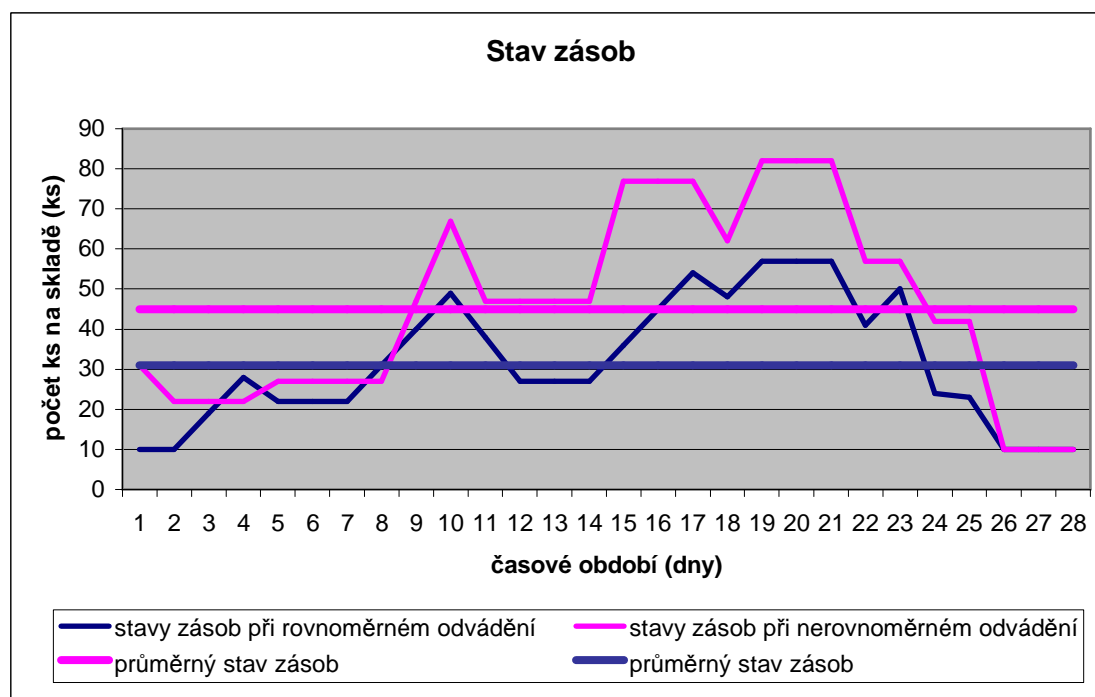
Z₁...zásoby na skladě (modrá křivka) (ks)

Z₂...zásoby na skladě (červená křivka) (ks)

Z grafu stavu zásob je vidět, že při stejném odbytu ze skladu se tvoří větší zásoby na červené křivce. Pravidelné rovnoměrné odvádění v dávkách denního množství tedy lépe vyrovnává stav zásob na skladě, tak aby množství zásob bylo optimálnější a to je jeden z důvodů zavedení nivelace v podniku.

Výroba malých dávek neovlivní dodávkovou schopnost firmy, případný nedostatek některého druhu výrobku bude zajišťovat pojistná zásoba.

Graf 2



4.1. Výhody vyplývající ze snížení stavu zásob

- přehlednost – snížením stavu zásob vede ke snazší orientaci ve skladu
- manipulovatelnost – výrobky se nemusí dávat do nejvyšše položených regálů a dá se s nimi tedy lépe manipulovat
- odstranění časových ztrát – zlepšením přehlednosti a manipulovatelnosti dojde k menším časovým prodlevám ve výrobě, například zaměstnanec nemusí odebírat výrobky z nejvyšších regálů, což trvá podstatně déle než u regálů spodních
- zmenšení pracovní síly – odstraněním časových ztrát bude stačit menší počet zaměstnanců na stejnou práci
- zmenšení nákladů skladovací techniky – odstraněním časových ztrát postačí menší počet skladovací techniky (ekonory), odstraní se také provozní náklady a náklady na údržbu

4.2. Zlepšení dodávkové schopnosti

Zlepšení dodávkové schopnosti je založené na analýze trhu, kdy se zjišťuje poptávané množství různých druhů výrobků, aby bylo možné naplánovat počet odvádění a počet výrobků v jednotlivých odváděních.

Poptávka může být považována za relativně stálou z hlediska dlouhého časového období, ale z hlediska krátkodobého je prakticky nepředvídatelná.

příklad: 8 pracovních hodin denně, 5 pracovních dní v týdnu, 20 pracovních dní za měsíc, 3 druhy výrobků A, B, C, výroba jednoho výrobku trvá jednu hodinu, případ kdy si zákazník objedná všechny 3 druhy výrobků (A, B, C)

Tabulka 2 ukazuje nerovnoměrnou výrobu ve velkých dávkách, což může být způsobeno velkými ztrátami času při přeseřizování a dochází tak ke zhoršení dodávkové schopnosti firmy (viz porovnání tabulek).

Tabulka 3 ukazuje flexibilní výrobu (např. pomocí SMED), kde jsou výrazně zkráceny

časy přeseřizení a lze tedy vyrábět rovnoměrněji, čímž se výrazně zlepší dodávková schopnost firmy.

V praxi je velmi důležité najít kompromis mezi úsporou času (přeseřizení) a počtem výrobků v jednotlivých odvádění.

tabulka 2

A	A	A	A	A		A	A	A	A	A		B	B	B	B	B		B	B	B	B	B
A	A	A	A	A		A	A	A	A	A		B	B	B	B	B		B	B	B	C	C
A	A	A	A	A		A	A	A	A	A		B	B	B	B	B		C	C	C	C	C
A	A	A	A	A		A	A	A	A	A		B	B	B	B	B		C	C	C	C	C
A	A	A	A	A		A	A	A	A	A		B	B	B	B	B		C	C	C	C	C
A	A	A	A	A		A	A	A	A	A		B	B	B	B	B		C	C	C	C	C
A	A	A	A	A		A	A	A	A	A		B	B	B	B	B		C	C	C	C	C
A	A	A	A	A		A	A	A	A	A		B	B	B	B	B		C	C	C	C	C
A	A	A	A	A		A	A	A	A	A		B	B	B	B	B		C	C	C	C	C

po út st čt pá so ne po út st čt pá so ne po út st čt pá so ne po út st čt pá

dodávková schopnost všech 3 dílů - 16 pracovních dní

tabulka 3

B	C	B	C	B		B	C	B	C	B		B	C	B	C	B		B	C	B	C	B
B	C	B	C	B		B	C	B	C	B		B	C	B	C	B		B	C	B	C	B
B	C	B	C	B		B	C	B	C	B		B	C	B	C	B		B	C	B	C	B
B	C	B	C	B		B	C	B	C	B		B	C	B	C	B		B	C	B	C	B
A	A	A	A	A		A	A	A	A	A		A	A	A	A	A		A	A	A	A	A
A	A	A	A	A		A	A	A	A	A		A	A	A	A	A		A	A	A	A	A
A	A	A	A	A		A	A	A	A	A		A	A	A	A	A		A	A	A	A	A
A	A	A	A	A		A	A	A	A	A		A	A	A	A	A		A	A	A	A	A

po út st čt pá so ne po út st čt pá so ne po út st čt pá so ne po út st čt pá

dodávková schopnost všech 3 dílů - 2 pracovní dny

4.3. Zlepšení reakce na trh

Pravidelnou výrobou v menších výrobních dávkách podnik dosahuje lepší schopnost reagovat na změny trhu. Při výrobě velkých dávek a při změně poptávky hrozí nebezpečí vytvoření zásob na skladě v případě, že výrobky nenajdou svého odběratele. V případě pravidelné výroby v menších výrobních dávkách nevznikají tak velké zásoby jako při nepravidelné výrobě ve větších dávkách, protože lze zastavit výrobu v příhodnou dobu, kdy výrobky ještě nejsou vyrobené.

5. Popis metody hodnocení rovnoměrnosti výroby

Metoda hodnocení rovnoměrnosti výroby se skládá ze dvou částí: metodika výpočtu, stanovení cílů. Dříve, než se začneme zabývat jednotlivými částmi, je potřeba se seznámit s výrobními sektory a rozdělením položek.

5.1. Výrobní sektory

obrábění dílů ze slitin Al

výroba ozubení

výroba hřídelí

výroba motorů

montáž

5.2. Rozdělení položek podle důležitosti

Položky jsou ve výrobních sektorech rozděleny na A, B, C podle ABC analýzy na více a méně důležité. Kritérium pro rozdělení je hodnota spotřeby, která je dána jako součin finančního ukazatele a množstevního ukazatele.

$$p = H * S \quad (1)$$

p...hodnota spotřeby [kč/měsíc]

H...finanční ukazatel [kč/ks]

S...množstevní ukazatel [ks/měsíc]

$$H = \Sigma P_M + P_{MZ} + R \quad (2)$$

P_M...přímý materiál [kč/ks]

P_{MZ}...přímé mzdy [kč/ks]

R...režie [kč/ks]

Množstevní ukazatel říká, kolik dílů jedné položky se spotřebuje za měsíc. Výpočet hodnoty spotřeby se provede v každém výrobním sektoru pro každou položku.

Rozdělení výrobků na A, B, C se provádí v jednotlivých výrobních sektorech zvlášť. Po výpočtu hodnoty spotřeby se ve výrobních sektorech rozdělí položky podle hodnoty spotřeby od největší hodnoty k nejmenší a provede se kumulace hodnot spotřeb.

$$k = \sum_{i=1}^n p_i \quad (3)$$

k...kumulace hodnot spotřeby [kč/měsíc]

i-tá...hodnota spotřeby ve výrobním sektoru

n-tá...hodnota spotřeby

Položky A jsou pak ty, jež mají nejvyšší hodnoty spotřeby a dosahují 70 % kumulace hodnot spotřeby. Položky B jsou ty, jež mají hned po A nejvyšší hodnoty spotřeby a dosahují 20 % kumulace hodnot spotřeby, zbylé položky jsou C. Největší důležitost mají položky s označením A poté B. Ke každému označení důležitosti je přiřazena i hodnota důležitosti: A=7, B=2, která se dále používá ve výpočtech.

Příklad ukázky rozdělení položek podle důležitosti ve výrobním sektoru výroby motorů, jednotlivé hodnoty nejsou podle skutečnosti:

tabulka 4

skupina výrobních sektorů	položky	H	S	p	důležitost	
výroba motorů	Motor s relé 2586	20	300	6000	A	70%
	Rotor vyvážený EBU 18 B-A 230V	32	125	4000	A	
	Motor 2591	16	250	4000	A	
	Stator vinutý MR 058.10	20	115	2300	B	20%
	Motor se skříní 75031	15	60	900	B	
	Stator vinutý EHL 65	80	10	800	B	
	Stator.svazek CSP 85	35	20	700	C	10%
	Stator vinutý MP 050	25	28	700	C	
	Rotor vyvážený AGP 125-12 CQ	6	100	600	C	
Σp = k				20000		

5.3. Rozdělení položek

tabulka 5

		výrobní sektory	významnost	položky	způsob řízení
celkové sjednocení	skupina prvovýroby	obrábění dílů ze slitin Al	A	Motor s relé 2586	kanban
				Rotor vyvážený EBU 18 B-A 230V	kanban
				Motor 2591	kanban
			B	Stator vinutý MR 058.10	zakázky
				Motor se skříní 75031	kanban
				Stator vinutý EHL 65	zakázky
		výroba ozubení	A	Vřetenové kolo EBU 23 C-A	kanban
				Převod úplný AGP 150-16 AB Q	kanban
				Vřetenové kolo MXP 160 E	kanban
			B	Předloha úplná EVP 13 E-2H3	zakázky
				Vřeteno s m.kol WSC	kanban
				Upínací matice EBU 15	zakázky
		výroba hřídelí	A	Rotorový plech MP 050.00	kanban
				Hřídel se svaz. ML 032.10	kanban
				Hřídel se svaz. EBU 18 D-A	kanban
			B	Vřeteno EHR 10 EL BRG	zakázky
				Hřídel se svaz. PLP 245 E	kanban
				Redukce CE D 4	zakázky
		výroba motorů	A	Převodová skříň MXP 1000 EQ	kanban
				Převodová skříň AGP 180-4	kanban
				Převodová skříň LKB 12	kanban
			B	Př.skříň se so. AU-DRP 20	zakázky
				Osa ložiska	kanban
				Ložiskové víko ML 060.10	zakázky
	montáž	montáž	A		kanban
					kanban
					kanban
			B		zakázky
					kanban
					zakázky

rozdělení položek podle způsobu řízení výroby:

kanban, zakázky

rozdělení položek podle významu:

A, B, C

rozdělení položek podle výrobních sektorů:

obrábění dílů ze slitin Al

výroba ozubení

výroba hřídelí

výroba motorů

montáž

rozdělení položek na prvovýrobu a montáž:

prvovýroba , montáž

Rozdělení položek je provedeno z důvodu různých výpočtu a kvůli přehlednosti metody výpočtu. Toto rozdělení je schematicky rozděleno v tabulce 5.

Metoda vychází z naplánovaného počtu výrobků, kdy na každý den připadne určitý počet výrobků. Hodnocení se bude dělat pouze u položek A, B, protože C položky jsou málo významné.

5.4. Metodika výpočtu rovnoměrnosti výroby

Zpracování metodiky výpočtu rovnoměrnosti výroby bude formou příkladů a názorných ukázek, které doprovází stručný text po jednotlivých krocích. Původní algoritmus výpočtu měl být na časové období jednoho měsíce, ale lze ho použít nejen pro měsíční hodnocení. Tato metoda se bude zabývat výpočtem:

položek – výpočet jedné skupiny položek

skupiny položek – výpočet položek se stejnou důležitostí

skupiny výrobních sektorů – výpočet položek určitého výrobního sektoru

skupiny prvovýroby – výpočet položek všech výrobních sektorů kromě montáže

skupiny montáže – výpočet položek montáže

celkové sjednocení – výpočet všech položek

Výsledky budou zpracovány zvlášť pro položky v systému řízení kanban a zvlášť v systému řízení zakázky.

5.4.1. Výpočet celkové rovnoměrnosti položky

Výpočet celkové rovnoměrnosti položky je základní výpočet a je součástí výpočtu ostatních skupin, proto je tento výpočet uveden jako první.

Výpočet celkové rovnoměrnosti položky je dán vztahem:

$$U_c = \sqrt{U_M \cdot U_T} \quad (4)$$

U_c ...celková rovnoměrnost položky

U_M ... množstevní rovnoměrnost položky

U_T ... časová rovnoměrnost položky

a) výpočet množstevní rovnoměrnosti položky

Tato veličina popisuje, jaká je úspěšnost množstevní rovnoměrnosti položky ve vztahu k ideální denní výrobní dávce formou odchylek.

Výpočet množstevní rovnoměrnosti položky (U_M) je dán jako rozdíl maximálního možného úspěchu množstevní rovnoměrnosti položky (to je 1) a množstevní nerovnoměrnosti položky, která nastala. Množstevní nerovnoměrnost položky je podíl dvou veličin s a s_{max} , kde s představuje odmocninu součtu kvadrátu odchylek a s_{max} maximální odchylku jednoho odvádění za nekonečně dlouhé časové období.

$$N_M = s/s_{max} \quad (5)$$

$$U_M = 1 - N_M \quad (6)$$

$$U_M = 1 - s/s_{max} \quad (7)$$

$$s = \sqrt{\sum d_i^2} \quad (8)$$

$$s_{max} = \sum x_i \quad (9)$$

$$d_i^2 = /x_i - id/ ^2 \quad (10)$$

$$d_i = /x_i - id/ \quad (11)$$

$$id = \sum x_i / t \quad (12)$$

N_M ...množstevní nerovnoměrnost položky

s ...odmocnina součtu kvadrátu odchylek od ideální denní výrobní dávky ve výrobní dny

s_{max} ...odmocnina kvadrátu maximální odchylky, která nastane při jednom odvádění za nekonečný čas $t = \infty$

x_i ...denní odváděné množství (k_s)

d_i ...odchylka od ideální denní dávky

d_i^2 ...kvadrát odchylky od ideální denní výrobní dávky

id ...ideální denní dávka (k_s)

Je zřejmé, že největší odmocnina součtu kvadrátu odchylek v určitém časovém období nastane při jednom odvádění. Lze tedy odvodit funkci maximální odmocniny kvadrátu odchylky (s'_{max}) při jednom odvádění v určitém časovém období.

tabulka 6

dny	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Σ
xi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84
id	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	84
di	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84
di ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7056	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7056

$$s'_{\max} = \sqrt{\sum di^2}_{\max} \quad (13)$$

$$s'_{\max} = \sqrt{(\sum x_i - \sum x_i/t)^2} \quad (14)$$

$$s'_{\max} = \sum x_i - \sum x_i/t \quad (15)$$

Z odvozeného vztahu vyplývá, že funkce nabývá svého maxima při čase $t = \infty$, kdy člen $\sum x_i/t$ konverguje k nule.

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \sum x_i - \sum x_i/t = \sum x_i = s_{\max} \quad (16)$$

Z funkce s'_{\max} a z s_{\max} lze již odvodit funkci maximální množstevní nerovnoměrnosti položky pro jednoho odvádění v určitém čase.
odvození:

$$N'_{M\max} = s'_{\max}/s_{\max} \quad (17)$$

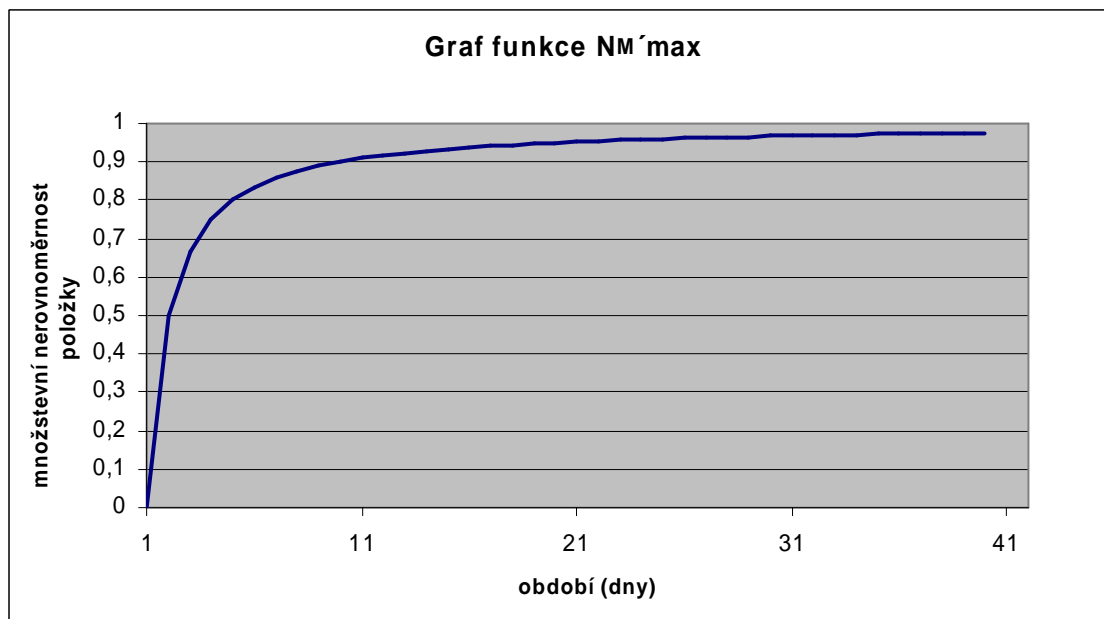
$$N'_{M\max} = (\sum x_i - \sum x_i/t) / \sum x_i \quad (18)$$

$$N'_{M\max} = 1 - 1/t \quad (19)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} 1 - 1/t = 1 \quad (20)$$

Z odvození je vidět, že funkce $N'_{M\max}$ nezávisí na odvedeném množství při jednom odvádění, ale pouze na čase a také lze zjistit obor hodnot množstevní rovnoměrnosti položky (U_M), který je $<0,1>$, z minimálních a maximálních hodnot množstevní nerovnoměrnosti položky. Hodnota U_M jedna představuje ideální množstevní rozložení výrobků na jednotlivé dny a hodnoty směrem od jedničky dolů vykazují odchylky od ideálního rozložení výrobků na jednotlivé dny.

Graf 3



Příklad výpočtu množstevní rovnoměrnosti položky.

tabulka 7

dny	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Σ
xi	0	8	0	8	8	0	0	8	0	8	8	8	0	0	0	8	8	8	0	0	0	0	8	8	0	8	8	0	112
id	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	112
di	0	4	0	4	4	0	0	4	0	4	4	4	0	0	4	4	4	4	0	0	0	0	4	4	0	4	4	0	60
di²	0	16	0	16	16	0	0	16	0	16	16	16	0	0	16	16	16	16	0	0	0	0	16	16	0	16	16	0	240
výroba motorů								významnost A								Motor 2591								kanban					

$$id = \Sigma x_i / t = 112 / 28 = 4$$

$$s_{\max} = \Sigma x_i = 112$$

$$s = \sqrt{\Sigma d_i^2} = \sqrt{240} = 15,49$$

$$N_M = s / s_{\max} = 15,49 / 112 = 0,138$$

$$U_M = 1 - N_M = 1 - 0,138 = 0,861$$

U každé položky se stejným způsobem jako u předchozího příkladu zjistí množstevní rovnoměrnost položky.

b) výpočet časové rovnoměrnosti položky

Je to veličina, která hodnotí časovou rovnoměrnost položky formou vzájemných rozestupů intervalů výrobních dní. Výpočet časové rovnoměrnosti položky je dán jako

rozdíl maximální časové rovnoměrnosti položky a časové nerovnoměrnosti, která nastala. Časová nerovnoměrnost položky je podíl r/r_{\max} , kde r představuje odmocninu součtu kvadrátů odchylek a r_{\max} je maximální odchylka jednoho odvádění za nekonečně dlouhý čas $t = \infty$.

$$N_T = r/r_{\max} \quad (21)$$

$$U_T = 1 - N_T \quad (22)$$

$$r_{\max} = t \quad (23)$$

$$r = \sqrt{\sum c_i^2} \quad (24)$$

U_T ...časová rovnoměrnost položky

N_T ...časová nerovnoměrnost položky

r ...odmocnina součtu kvadrátů intervalů mezi dvěma výrobními dny

c_i ...délka intervalů mezi dvěma výrobními dny

c_i^2 ...délka intervalů mezi dvěma výrobními dny umocněná na druhou

r_{\max} ...maximální odmocnina součtu kvadrátů intervalů mezi dvěma výrobními dny za nekonečně dlouhý čas

t ...délka časového období

Je zřejmé, že maximální odmocnina součtu kvadrátů intervalů mezi dvěma výrobními dny nastane při jednom odvádění v určitém časovém období. Lze odvodit funkci r'_{\max} maximální odmocniny součtu kvadrátů intervalů mezi výrobními dny.

odvození je zřejmé z tabulky 8:

tabulka 8

dny	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Σ
xi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112
ci															27													27	
ci²															729													729	

$$r'_{\max} = \sqrt{\sum c_i^2}_{\max} \quad (25)$$

$$r'_{\max} = \sqrt{(t-1)^2} \quad (26)$$

$$r'_{\max} = t - 1 \quad (27)$$

Nyní zavedeme funkci maximální časové nerovnoměrnosti položky obdobně jako funkci maximální množstevní nerovnoměrnosti položky N'_{Mmax} .

$$N_{T'_{max}} = r'_{max}/r_{max} \quad (28)$$

$$N_{T'_{max}} = (t - 1)/t \quad (29)$$

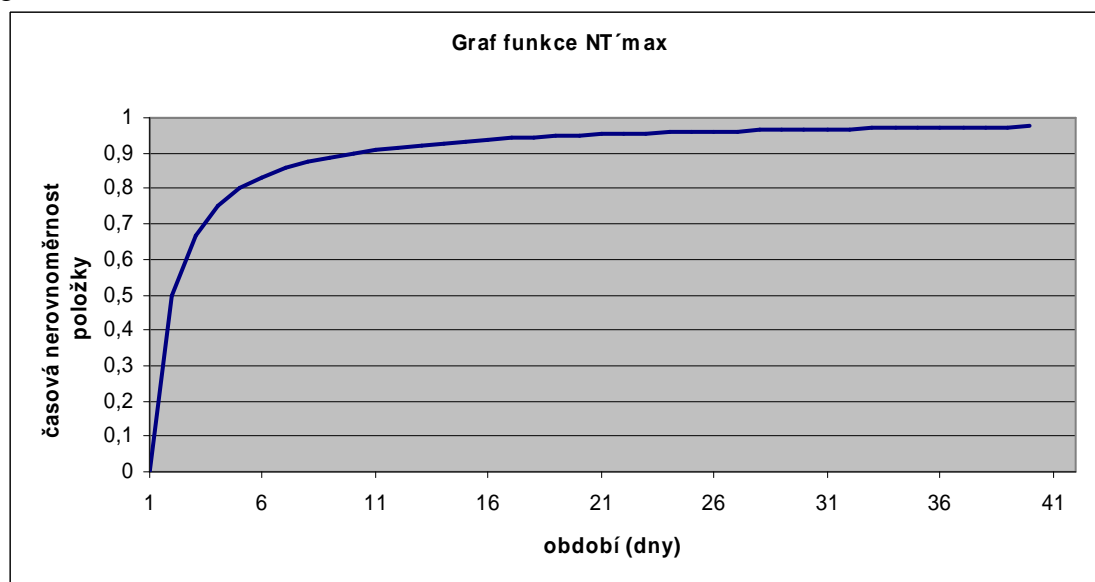
$$\lim_{t \rightarrow \infty} 1 - 1/t = 1 \quad (30)$$

Limita funkce časové nerovnoměrnosti položky stanovuje maximální hodnotu funkce 1.

Z toho vyplývá obor hodnot časové rovnoměrnosti položky, která je $<0,1>$ a

koresponduje s oborem hodnot množstevní rovnoměrnosti položek U_M .

graf 4



Příklad výpočtu časové míry úspěšnosti rovnoměrnosti položek:

tabulka 9

dny	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Σ
xi	0	8	0	8	8	0	0	8	0	8	8	8	0	0	0	8	8	8	0	0	0	0	8	8	0	8	8	0	112
ci		2		1				2		1						3							4			1			14
ci²		4		1				4		1						9							16			1			36
výroba motorů								významnost A								motor 2591								kanban					

$$r = \sqrt{\sum c_i^2} = \sqrt{36} = 6$$

$$r_{max} = t = 28$$

$$N_T = r/r_{\max} = 6/28 = 0,214$$

$$U_T = 1 - N_T = 1 - 0,214 = 0,786$$

Výpočet časové rovnoměrnosti položky se provede zvlášť pro každou položku. V této fázi popisu již máme všechny veličiny pro výpočet celkové rovnoměrnosti položky, která se vypočítá podle vztahu $U_c = \sqrt{U_M \cdot U_T}$ a tento výpočet se také provede u všech položek.

Příklad výpočtu celkové rovnoměrnosti položky viz výpočty k tabulkám 7, 9:

$$U_c = \sqrt{U_M \cdot U_T} = \sqrt{0,861 \cdot 0,786} = 0,822$$

5.4.2. Výpočet rovnoměrnosti skupin

Algoritmus výpočtu je pro všechny skupiny stejný. Výpočet se liší pouze tím, že do vzorce pro danou skupinu dosazujeme pouze ty hodnoty celkové rovnoměrnosti položek, které tam patří.

$$\frac{\sum_{i=1}^{n_A} V_A \cdot U_{CiA} + \sum_{l=1}^{n_B} V_B \cdot U_{ClB}}{V_A \cdot n_A + V_B \cdot n_B} = U_x \quad (31)$$

i – tá celková rovnoměrnost položky

A, B...důležitost položky v daném výrobním sektoru

U_c ...celková rovnoměrnost položky

V...hodnota důležitosti

Hodnoty důležitosti jsou zavedeny z důvodu nevyváženého zatížení skladů vázaným kapitálem. A položky na sebe vážou nejvíce kapitálu, a proto jsou nejdůležitější, B jsou méně důležité. Ve výpočtu se tato důležitost projeví tím, že nejdůležitějším položkám je přiřazena největší hodnota důležitosti ($A=7$, $B=2$). To znamená, že jedna nulová celková rovnoměrnost položky s menší důležitostí ovlivní výsledek méně než jedna nulová celková rovnoměrnost položky s větší důležitostí.

U_x - rovnoměrnost dané skupiny, kde x udává výčet hodnocených položek

Každému výrobnímu sektoru je přiřazené číselné označení:

(výroba motorů – 700, výroba hřídelí – 701, výroba ozubení – 702, obrábění ze slitin Al 703, montáž – 704). Tímto označením se myslí všechny položky v daném sektoru.

Přiřazení písmenka A nebo B za toto číslo označuje výběr položek se stejnou důležitostí v daném výrobním sektoru (např. 700A jsou všechny položky s důležitostí A ve výrobním sektoru výroba motorů). Další písmenko označuje způsob řízení (K-kanban, Z – zakázky) např. (700AK – položky s důležitostí A ve výrobním sektoru výroba motorů se systémem řízení kanban). Skupinu prvovýroby lze tedy napsat takto v systému řízení kanban: $U_x = (700 \cap 701 \cap 702 \cap 703)K$.

příklad:

tabulka 10

výrobní sektor	důležitost	položky	U	způsob řízení
výroba motorů	B	Stator vinutý MR 058.10	0,848	zakázky
		Motor se skříní 75031	0,811	kanban
		Stator vinutý EHL 65	0,774	zakázky

$$\frac{V_A \cdot \sum_{i=1}^{n_A} U_{CiA} + V_B \cdot \sum_{l=1}^{n_B} U_{ClB}}{V_A \cdot n_A + V_B \cdot n_B} = U_{x=700BK}$$

$$0,811/1 = 0,811 = U_{x=700BK}$$

5.5. Stanovení cílů

Stanovení cílů vychází z již známých vzorců, které se liší pouze tím, že celková rovnoměrnost položky se nahrazuje celkovou plánovanou rovnoměrností položky, proto zde nebudou podrobněji probírány.

Stanovení cílů se dělá zvlášť pro každou položku. Položky s označením důležitosti A mají největší hodnotu spotřeby, a tak je jich rovnoměrnost odvádění v popředí zájmu. Rovnoměrnost položek B může být někdy nevýhodná z důvodu přeseřízení strojů, proto se navrhuje menší počet odvádění, což snižuje celkovou rovnoměrnost položky stejně jako soboty, neděle a svátky, kdy se nevyrábí. Protože celková rovnoměrnost položky s hodnotou jedna může jen těžko nastat a protože nemá smysl klást si nereálné cíle, provádí se stanovení cílů.

Celé plánování vychází z plánovaného počtu odvádění (l) jednotlivých položek, které je dáno vztahem:

$$l = P/S \quad (32)$$

a vypočte se pro každou položku.

P...průměrná měsíční spotřeba (ks/měsíc)

S...počet kusů na jednu dávku (ks/dávka)

l ...měsíční plánovaný počet odvádění (celé číslo zaokrouhlené dolů) (dávka/měsíc)

K plánovanému počtu odvádění jedné položky bude přiřazena plánovaná celková rovnoměrnost položky podle předem připravené tabulky. Z tabulky se odečte, podle plánovaného odvádění, příslušná celková plánovaná rovnoměrnost položky. Tabulka bude předem připravena podle níže uvedených vzorců a hodnoty budou vždy spočítány tak, aby v rámci počtu odvádění nastala nejrovnoměrnější varianta, tzn. aby počet odvádění byl množstevně vyrovnaný a vzájemné rozestupy výrobních dní byly pravidelné.

5.5.1 Stanovení plánované celkové rovnoměrnosti položky

$$U_{CP} = \sqrt{U_{MP} \cdot U_{TP}} \quad (33)$$

U_{CP} ...celková plánovaná rovnoměrnost položky

U_{MP} ...množstevní plánovaná rovnoměrnost položky

U_{TP} ...časová plánovaná rovnoměrnost položky

a) výpočet plánované míry úspěchu množstevní rovnoměrnosti položek

$$N_{MP} = SP/S_{max} \quad (34)$$

$$U_{MP} = 1 - N_{MP} \quad (35)$$

$$U_{MP} = 1 - SP/S_{max} \quad (36)$$

$$SP = \sqrt{\sum d_i^2} \cdot P \quad (37)$$

$$S_{max} = \sum X_i \quad (38)$$

$$d_i^2 \cdot P = /X_i - id/ ^2 \quad (39)$$

$$d_i P = /X_i - id/ \quad (40)$$

$$id = \sum X_i / t \quad (41)$$

NMP...množstevní plánovaná nerovnoměrnost položky

UMP...plánovaná množstevní rovnoměrnost položky

SP... plánovaná odmocnina součtu kvadrátů odchylek od ideální denní výrobní dávky

di² P... plánovaný kvadrát odchylky od ideální denní výrobní dávky

diP...plánovaná odchylka od ideální denní dávky,

příklad výpočtu plánované množstevní rovnoměrnosti položky:

$$l = 4$$

$$\Sigma x_i = 112$$

$$\Sigma 112/4 = 28 \dots \text{nejrovnoměrnější varianta z hlediska množství}$$

tabulka 11

dny	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Σ
xi	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	112
id	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	112
diP	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	96
di ² P	0	0	0	576	0	0	0	0	0	0	576	0	0	0	0	0	0	576	0	0	0	0	0	0	576	0	0	0	2304

$$SP = \sqrt{l * (\Sigma x_i / l - \Sigma x_i / t)^2} = \sqrt{l * (\Sigma x_i / l - \Sigma x_i / t)} = \sqrt{4 * (28 - 4)} = 48$$

$$S_{\max} = \Sigma x_i = 112$$

$$N_{MP} = SP / S_{\max} = 48 / 112 = 0,42857$$

$$U_{MP} = 1 - N_{MP} = 1 - 0,42857 = 0,571$$

b) výpočet plánované časové rovnoměrnosti položky

$$N_{TP} = r_P / r_{\max} \quad (42)$$

$$U_{TP} = 1 - N_{TP} \quad (43)$$

$$r_{\max} = t \quad (44)$$

$$r_P = \sqrt{\Sigma c_i^2 P} \quad (45)$$

U_{TP}... plánovaná míra úspěchu časové rovnoměrnosti položek

N_{TP}...plánovaná míra neúspěchu časové rovnoměrnosti položek

r_P...plánovaná odmocnina součtu kvadrátů intervalů mezi dvěma výrobními dny

c_{iP}...plánovaná délka intervalů mezi dvěma výrobními dny

c_i² P...plánovaná délka intervalů mezi dvěma výrobními dny

r_{\max} ... maximální odmocnina součtu kvadrátů intervalů mezi dvěma výrobními dny

Příklad výpočtu časové množstevní rovnoměrnosti položky:

$$l = 4$$

$$\Sigma x_i / l = 28$$

tabulka 12

dny	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Σ
x_i	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	112
c_i				6							6							6							6				24
c_i^2				36							36							36							36				144

$$r_P = \sqrt{\Sigma c_i^2} = \sqrt{144} = 12$$

$$r_{\max} = t = 28$$

$$N_{TP} = r_P / r_{\max} = 12 / 28 = 0,428$$

$$U_{TP} = 1 - N_{TP} = 1 - 0,42857 = 0,571$$

Celkový výpočet z tabulek 11,12:

$$U_{MP} = 1 - N_{MP} = 1 - 0,2874 = 0,571$$

$$U_{TP} = 1 - N_{TP} = 1 - 0,2571 = 0,571$$

$U_{CP} = \sqrt{U_{MP} \cdot U_{TP}} = \sqrt{0,571 \cdot 0,571} = 0,571$ – tento výpočet se provede pro každý počet odvádění v měsíci a to tak, aby nastala co možná nejrovnoměrnější varianta, výsledky jednotlivých počtu odvádění jsou poté seřazeny do tabulky jako tomu je v tabulce 13.

5.5.2 Výpočet plánované rovnoměrnosti skupin

Tento výpočet je obdobný výpočtu rovnoměrnosti skupin jen s tím rozdílem, že za celkovou rovnoměrnost položky dosazujeme plánovanou celkovou rovnoměrnost položky.

$$\frac{V_A \cdot \sum_{i=1}^{n_A} U_{CPiA} + V_B \cdot \sum_{l=1}^{n_B} U_{CPiB}}{V_A \cdot n_A + V_B \cdot n_B} = U_{Px} \quad (46)$$

i – tá celková plánovaná rovnoměrnost položky

A, B...důležitost položky v daném výrobním sektoru

tabulka 13

plánovaný počet odvádění	UP
1	0,033
2	0,322
3	0,513
4	0,555
5	0,623
6	0,661
7	0,701
8	0,729
9	0,758
10	0,774
11	0,797
12	0,811
13	0,837
14	0,843
15	0,848
16	0,857
17	0,865
18	0,867
19	0,868
20	0,875
21	0,881
22	0,884
23	0,889
24	0,898
25	0,904
26	0,915
27	0,921
28	0,935
29	0,944
30	0,967
31	1

Uc...celková plánovaná rovnoměrnost položky

V...hodnota důležitosti

UP_x -planovaná rovnoměrnost dané skupiny, kde x udává výčet hodnocených položek –
viz kapitola 5.4.2

Příklad výpočtu plánované rovnoměrnosti skupiny:

tabulka 14

výrobní sektor	důležitost	položky	I	UP	U	způsob řízení
výroba motorů	B	Stator vinutý MR 058.10	14	0,843	0,732	zakázky
		Motor se skříní 75031	20	0,875	0,852	kanban
		Stator vinutý EHL 65	15	0,848	0,813	zakázky

$$\frac{\sum_{i=1}^{n_A} V_A * U_{Cp i A} + \sum_{l=1}^{n_B} V_B * U_{Cp l B}}{V_A * n_A + V_B * n_B} = U_{P700BKZ}$$

$$(0,843 + 0,875 + 0,848)/3 = 0,855 = U_{P700BKZ}$$

tabulka 15

tabulka 10								
dispečeri		název	AB	UM	UT	Uc	Uk	Uy
700	zakázky	Převodová skříň MXP 1000 EQ	A	0,811	0,79	0,8	0,792	0,812
		Př.skříň se so. AU-DRP 20	B	0,652	0,783	0,714		
	kanban	Převodová skříň AGP 180-4	A	0,856	0,753	0,802	0,821	
		Osa ložiska	B	0,753	0,691	0,721		
701	zakázky	Rotorový plech MP 050.00	A	0,785	0,756	0,77	0,753	0,764
		Vřeteno EHR 10 EL BRG	B	0,782	0,782	0,782		
	kanban	Hřídel se svaz. ML 032.10	A	0,811	0,822	0,816	0,785	
		Hřídel se svaz. PLP 245 E	B	0,654	0,654	0,654		
702	zakázky	Vřetenové kolo EBU 23 C-A	A	0,756	0,79	0,772	0,713	0,745
		Předloha úplná EVP 13 E-2H3	B	0,652	0,783	0,714		
	kanban	Převod úplný AGP 150-16 AB Q	A	0,841	0,753	0,795	0,783	
		Vřeteno s m.kol WSC	B	0,753	0,691	0,721		
703	zakázky	Motor s relé 2586	A	0,811	0,785	0,797	0,741	0,776
		Stator vinutý MR 058.10	B	0,652	0,782	0,714		
	kanban	Rotor vyvážený EBU 18 B-A 230V	A	0,856	0,811	0,833	0,823	
		Motor se skříní 75031	B	0,753	0,654	0,701		

prvovýroba zakázky Uzz 0,756 Uz 0,785
kanban Uzk 0,803

704	zakázky		A	0,811	0,823	0,815	0,785	0,732
			B	0,753	0,698	0,732		
	kanban		A	0,789	0,802	0,795	0,653	
			B	0,658	0,689	0,663		

celkové	zakázky	U _{bz}	0,765		
sjednocení	kanban	U _{bk}	0,753	U _{vc}	0,761

U_k...výpočet položek výrobního sektoru ve stejném systému řízení

U_y...výpočet položek celého výrobního sektoru

U_{zz}...výpočet položek prvovýroby v systému řízení zakázky

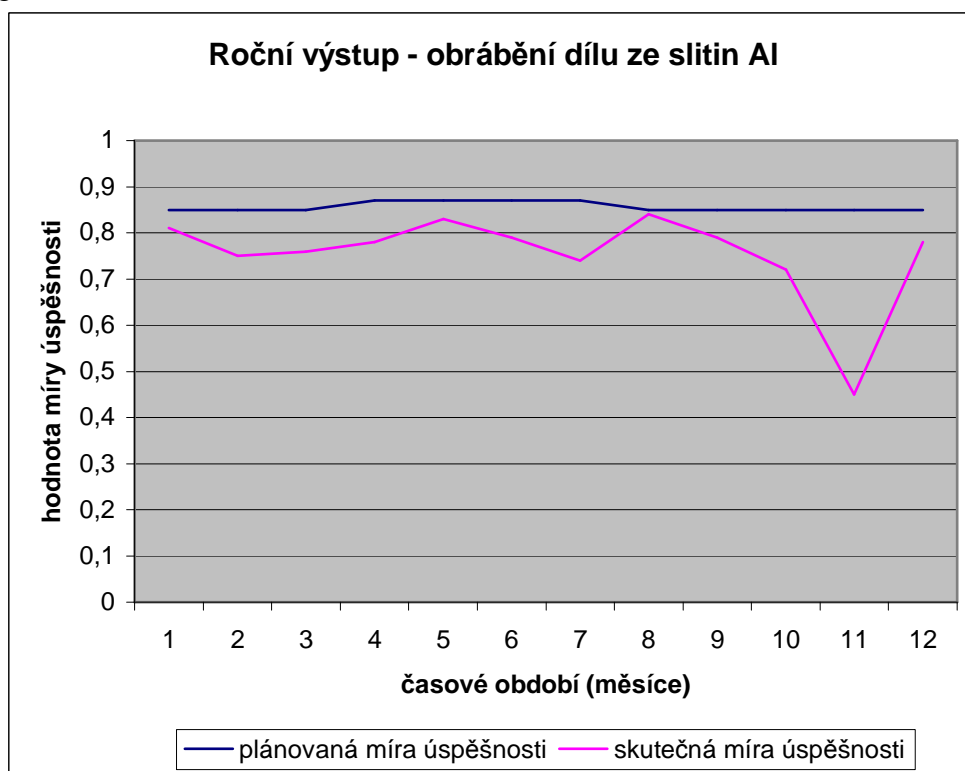
U_{zk}...výpočet položek prvovýroby v systému řízení kanban

U_{bz}...výpočet položek montáže v systému řízení zakázky

U_{bk}...výpočet položek montáž v systému řízení kanban

U_{vc}...výpočet všech položek v podniku

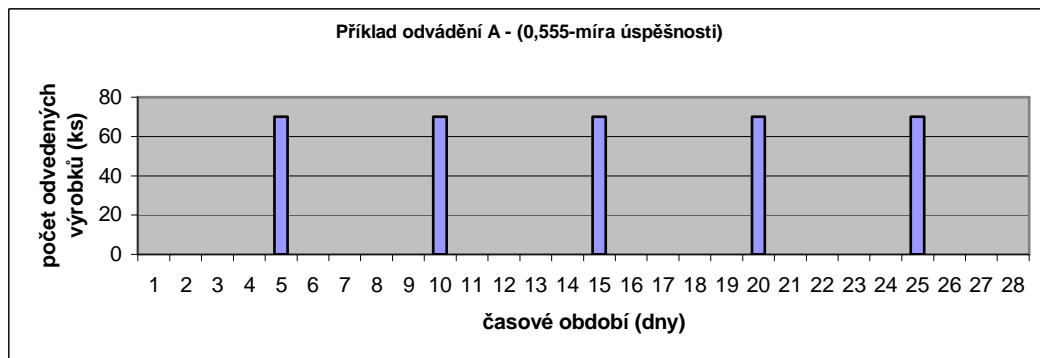
graf 5



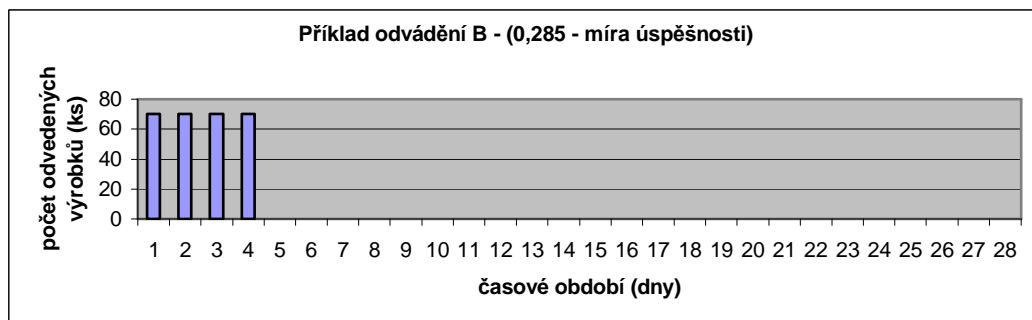
5.6. Případová studie

Ukázka různých případů odvádění ve 28 dnech 280 výrobků při 4 odváděních.

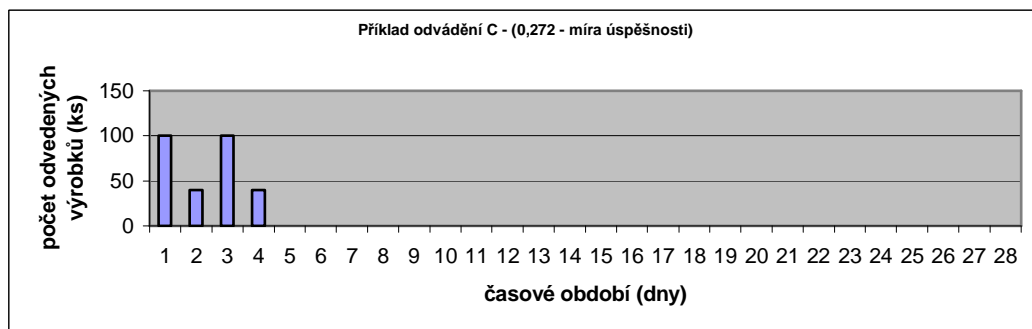
graf 6



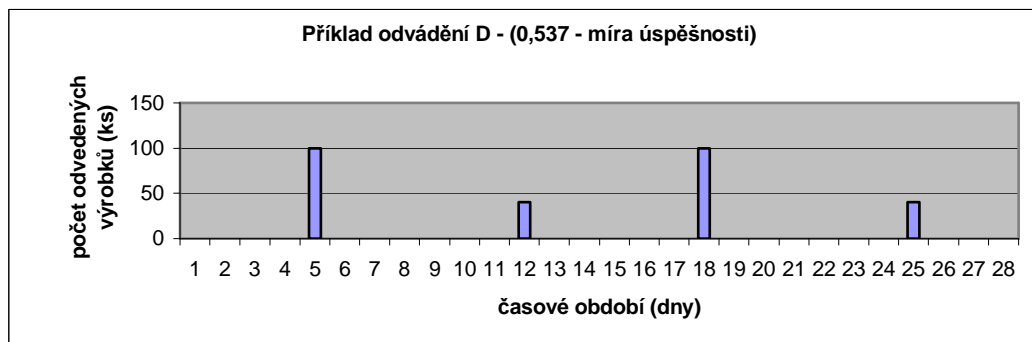
graf 7



graf 8



graf 9



6. Závěr

Zavedení nivelace v podniku s sebou přinese snížení vázaného kapitálu, snížení nákladů, zlepšení dodávkové schopnosti firmy a lepší reakce firmy na trh.

Vytvořením metody hodnocení nivelace se vlastně vytvořil controllingový nástroj firmy, podle něhož se posuzuje, do jaké míry byla nivelace úspěšná a do jaké míry bylo provedeno plnění plánu počtu odvádění a počtu dílů nebo výrobků v jednotlivých odváděních.

Firma Protool s. r. o. začala již tuto controllingovou metodu hodnocení rovnoměrnosti výroby používat. Je samozřejmé, že zavádění nových informačních nástrojů se neobejde bez finančních nároků. Zavedení tohoto controllingového nástroje bylo ve firmě odhadnuto na 6000 Kč.

Seznam použité literatury

knihy:

Kaplan,R.S.-Norton,D.P.: *Balanced Scorecard*. Praha, Management Press 2007, 4. vyd., ISBN 80-7261-124-01

Horváth a kol.: *Nová koncepce controllingu*. Praha, Profes Consulting 2005, 5.vyd., ISBN 80-7259-002-2

KAVAN,M.: *Výrobní a provozní management*. Praha, GRADA 2002, 1.vydání, ISBN 80-247-0199-5

firemní literatura:

Protool, a. s., Česká Lípa, Konstrukce a užití elektrického ručního nářadí, Jan Tůma, 2003

katalog 2006

elektronické informace:

<http://www.podnikova-akademie.cz/index.asp?thema=3086&category=>

http://searchcio.techtarget.com/sDefinition/0,,sid182_gci810519,00.html

<http://www.leancompany.cz/cojetolean.html>

http://chohmann.free.fr/lean/heijunka_us.htm

http://www.1000ventures.com/business_guide/lean_production_main.html

http://cs.wikipedia.org/wiki/Toyota_v%C3%BDrobn%C3%AD_syst%C3%A9m

<http://fmfi10.vsb.cz/639/qmag/mj54-cz.pdf>

<http://www.aperta.cz/stranky3/poradenstvi/metody-poradenstvi/nastroje-a-metody-stihle-vyroby.htm>

http://host-it.cz/melcak/publikace/vyrobni_management_1999.pdf

http://www.institut-sp.cz/uploads/download/zaverecna_prezentace.pdf